

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
8. Juli 2004 (08.07.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/057686 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H01L 51/20

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/004188

(22) Internationales Anmeldedatum:
19. Dezember 2003 (19.12.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 61 609.4 20. Dezember 2002 (20.12.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): NOVALED GMBH [DE/DE]; Zellescher Weg 17,
01069 Dresden (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LEO, Karl [DE/DE];

Hermannstrasse 5, 01219 Dresden (DE). BLOCHWITZ-
NIMOTH, Jan [DE/DE]; Hospitalstrasse 3, 01069 Dres-
den (DE). PFEIFFER, Martin [DE/DE]; Altrachau 4,
01139 Dresden (DE).

(74) Anwalt: ADLER, Peter; Lippert, Stachow, Schmidt &
Partner, Krenkelstrasse 3, 01309 Dresden (DE).

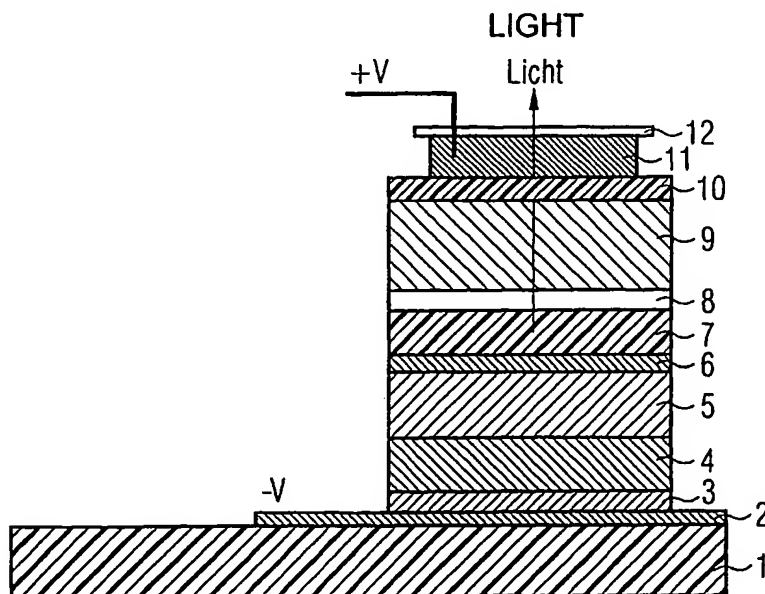
(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN,
CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,
KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG,
MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL,
PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ELECTROLUMINESCENT ASSEMBLY

(54) Bezeichnung: LICHEMITTIERENDE ANORDNUNG



(57) Abstract: The invention relates to an electroluminescent assembly which comprises a printed circuit board and an electroluminescent element provided with organic layers. Said element comprises at least one current carrying transport layer for electrons or organic holes (5, 9, 25, 29, 45, 49) and one organic electroluminescent layer (7, 27, 47). Said component is characterised in that the extension of the organic layers is applied to the printed circuit board in the form of a substrate and is provided with at least one doped transport layer in order to improve the electron or hole injection. Said invention makes it possible to use the layers (3, 23, 43) for improving the electron or hole injection on the substrate side and smoothing layers.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/057686 A2



ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine lichtemittierende Anordnung, bestehend aus einer Leiterplatte und einem lichtemittierenden Bauelement mit organischen Schichten. Das Bauelement weist wenigstens eine Ladungsträgertransportschicht für Elektronen bzw. Löcher aus einem organischen Material (5, 9, 25, 29, 45, 49) und eine Licht emittierenden Schicht aus einem organischen Material (7, 27, 47) auf und ist dadurch gekennzeichnet, dass die organische Schichtenfolge auf einer Leiterplatte als Substrat aufgebracht ist und mit mindestens einer dotierten Transportschicht zur Verbesserung der Elektronen- bzw. Löcherinjektion versehen ist. Weiterhin können Schichten zur Verbesserung der substratseitigen Elektronen- oder Löcherinjektion (3, 23, 43) und Glättungsschichten (4, 24) eingesetzt werden.

Lichtemittierende Anordnung

Beschreibung

- 5 Die Erfindung betrifft eine lichtemittierende Anordnung, bestehend aus einer Leiterplatte und einem lichtemittierenden Bauelement mit organischen Schichten, insbesondere organische Leuchtdiode nach dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Organische Leuchtdioden sind seit der Demonstration niedriger Arbeitsspannungen von Tang
10 et al. 1987 [C.W. Tang et al., Appl. Phys. Lett. 51 (12), 913 (1987)] aussichtsreiche Kandidaten für die Realisierung großflächiger Displays. Sie bestehen aus einer Reihenfolge dünner (typischerweise 1nm bis 1µm) Schichten aus organischen Materialien, welche bevorzugt im Vakuum aufgedampft oder in ihrer polymeren Form aufgeschleudert oder gedruckt werden. Nach elektrischer Kontaktierung durch Metallschichten bilden sie vielfältige
15 elektronische oder optoelektronische Bauelemente, wie z.B. Dioden, Leuchtdioden, Photodioden und Transistoren, die mit ihren Eigenschaften den etablierten Bauelementen auf der Basis anorganischer Schichten Konkurrenz machen. Im Falle der organischen Leuchtdioden (OLEDs) wird durch die Injektion von Ladungsträgern (Elektronen von der einen, Löcher von der anderen Seite) aus den Kontakten in die dazwischen befindlichen
20 organischen Schichten infolge einer äußeren angelegten Spannung, der folgenden Bildung von Exzitonen (Elektron-Loch-Paaren) in einer aktiven Zone und der strahlenden Rekombination dieser Exzitonen, Licht erzeugt und von der Leuchtdiode emittiert.

Der Vorteil solcher Bauelemente auf organischer Basis gegenüber den konventionellen
25 Bauelementen auf anorganischer Basis (Halbleiter wie Silizium, Galliumarsenid) besteht darin, dass es möglich ist, sehr großflächige Anzeigeelemente (Bildschirme, Screens) herzustellen. Die organischen Ausgangsmaterialien sind gegenüber den anorganischen Materialien relativ preiswert (geringer Material- und Energieaufwand). Obendrein können diese Materialien aufgrund ihrer gegenüber anorganischen Materialien geringen
30 Prozesstemperatur auf flexible Substrate aufgebracht werden, was eine ganze Reihe von neuartigen Anwendungen in der Display- und Beleuchtungstechnik eröffnet.

Übliche Bauelemente stellen eine Anordnung aus einer oder mehrerer der folgenden

Schichten dar:

- a) Träger, Substrat,
- b) Basiselektrode, löcherinjizierend (Pluspol), transparent,
- c) Löcher injizierende Schicht,
- 5 d) Löcher transportierende Schicht (HTL),
- e) Licht emittierende Schicht (EL),
- f) Elektronen transportierende Schicht (ETL),
- g) Elektronen injizierende Schicht,
- h) Deckelektrode, meist ein Metall mit niedriger Austrittsarbeit, elektroneninjizierend
- 10 (Minuspol),
- i) Kapselung, zum Ausschluss von Umwelteinflüssen.

Dies ist der allgemeinste Fall, meistens werden einige Schichten weggelassen (außer b, e und h), oder aber eine Schicht kombiniert in sich mehrere Eigenschaften.

- 15 Der Lichtaustritt erfolgt bei der beschriebenen Schichtfolge durch die transparente Basiselektrode und das Substrat, während die Deckelektrode aus nicht transparenten Metallschichten besteht. Gängige Materialien für die Löcherinjektion sind fast ausschließlich Indium-Zinn-Oxid (ITO) als Injektionskontakt für Löcher (ein transparenter entarteter Halbleiter). Für die Elektroneninjektion kommen Materialien wie Aluminium (Al), Al in
- 20 Kombination mit einer dünnen Schicht Lithiumfluorid (LiF), Magnesium (Mg), Kalzium (Ca) oder eine Mischschicht aus Mg und Silber (Ag) zum Einsatz.

Für viele Anwendungen ist es wünschenswert, dass die Lichtemission nicht zum Substrat hin, sondern durch die Deckelektrode erfolgt. Ein besonders wichtiges Beispiel hierfür sind z.B.

- 25 Displays oder andere Leuchtelemente auf der Basis organischer Leuchtdioden, die auf intransparenten Substraten wie beispielsweise Leiterplatten aufgebaut werden. Da viele Anwendungen mehrere Funktionalitäten wie beispielsweise elektronische Bauelemente, Tastaturen und Displayfunktionen vereinen, wäre es außerordentlich vorteilhaft, wenn diese alle mit möglichst geringem Aufwand auf der Leiterplatte integriert werden könnten.
- 30 Leiterplatten können mit hohem Durchsatz vollautomatisch bestückt werden, was enorme Kosteneinsparungen bei der Produktion eines großflächigen integrierten Displays bedeutet. Unter Leiterplatten im Sinne der hier vorliegenden Erfindung verstehen wir also alle Vorrichtungen bzw. Substrate, bei denen andere Funktionelle Bauelemente als die OLEDs in

einfacher Weise (z.B. durch Bonden, Löten, Kleben, Steckverbindungen) integriert werden können. Dies können herkömmliche Leiterplatten sein, aber auch keramische Leiterplattenähnliche Substrate auf deren einer Seite sich die OLEDs und auf deren anderer Seite und elektrisch verbunden mit den OLED sich verschiedene elektrische Funktionselemente befinden. Die Leiterplattenähnlichen Substrate können flach aber auch gebogen ausgeführt sein.

Die hierfür notwendige Emission durch die Deckelektrode kann für die oben beschriebene Reihenfolge der organischen Schichten (Deckelektrode ist die Kathode) dadurch erreicht werden, dass eine sehr dünne herkömmliche Metallelektrode aufgebracht wird. Da diese bei einer Dicke, welche hinreichend hohe Transmission aufweist, noch keine hohe Querleitfähigkeit erreicht, muss darauf noch ein transparentes Kontaktmaterial aufgebracht werden, z.B. ITO oder Zink dotiertes Indium-Oxid (z.B. US Patent Nr. 5,703,436 (S.R. Forrest et al.), eingereicht am 6.3.1996; US Patent Nr. 5,757,026 (S.R. Forrest et al.), eingereicht am 15.4.1996; US Patent Nr. 5,969,474 (M. Arai), eingereicht am 24.10.1997). Weitere bekannte Realisierungen dieser Struktur sehen eine organische Zwischenschicht zur Verbesserung der Elektronen-Injektion vor (z.B. G. Parthasarathy et al., Appl. Phys. Lett. 72, 2138 (1997); G. Parthasarathy et al., Adv. Mater. 11, 907 (1997)), welche teilweise durch Metallatome wie Lithium dotiert sein kann (G. Parthasarathy et al., Appl. Phys. Lett., 76, 2128 (2000)). Auf diese wird dann eine transparente Kontaktschicht (meistens ITO) aufgebracht. Allerdings ist ITO ohne Beimischung von Lithium o.a. Atomen der ersten Hauptgruppe in die Elektroneninjizierende Schicht an der Kathode schlecht zur Elektroneninjektion geeignet, was die Betriebsspannungen einer solchen LED erhöht. Die Beimischung von Li oder ähnlichen Atomen führt auf der anderen Seite zu Instabilitäten des Bauelementes wegen Diffusion der Atome durch die organischen Schichten.

Die alternative Möglichkeit zur transparenten Kathode besteht im Umkehren der Schichtreihenfolge, also der Ausführung des löcherinjizierenden transparenten Kontaktes (Anode) als Deckelektrode. Die Realisierung solcher invertierter Strukturen mit der Anode auf der LED bereitet in der Praxis jedoch erhebliche Schwierigkeiten. Wenn die Schichtfolge durch die löcherinjizierende Schicht abgeschlossen wird, so ist es erforderlich, das gebräuchliche Material für die Löcherinjektion, Indium-Zinn-Oxid (oder ein alternatives Material), auf die organische Schichtfolge aufzubringen (z.B. US Patent Nr. 5,981,306 (P.

Burrows et al.), eingereicht am 12.9.1997). Dies verlangt meist Prozeßtechnologien, die mit den organischen Schichten schlecht verträglich sind und unter Umständen zur Beschädigung führen.

5 Ein entscheidender Nachteil der invertierten OLED auf vielen intransparenten Substraten ist die Tatsache, dass effiziente Elektronen-Injektion typischerweise Materialien mit sehr niedriger Austrittsarbeit verlangt. Bei nichtinvertierten Strukturen kann dies teilweise dadurch umgangen werden, dass zwischen der Elektrode und der elektronenleitenden Schicht Zwischenschichten wie LiF eingebracht werden (Hung et al. 1997 US5677572, Hung et al.
10 Appl. Phys. Lett. 70, 152 (1997)). Es wurde jedoch gezeigt, dass diese Zwischenschichten nur wirksam werden, wenn die Elektrode anschließend aufgedampft wird (M.G. Mason, J. Appl. Phys. 89, 2756 (2001)). Damit ist ihre Verwendung bei invertierten OLEDs nicht möglich. Dies betrifft insbesondere auch invertierte Strukturen, welche auf Leiterplatten aufgebracht werden. Die auf Leiterplatten üblichen Kontaktmetalle (Kupfer, Nickel, Gold, Palladium,
15 Zinn und Aluminium) erlauben aufgrund Ihrer größeren Austrittsarbeiten keine effiziente Elektroneninjektion bzw. sind wegen der Bildung einer Oxidschicht nicht zur Ladungsträgerinjektion geeignet.

Eine weitere Problematik bei der Realisierung von organischen Leuchtdioden besteht in der
20 vergleichsweise großen Rauigkeit von Leiterplatten. Dies führt dazu, dass häufig Defekte auftreten, da in den organischen Leuchtdioden an Stellen mit geringerer Schichtdicke Feldspitzen und Kurzschlüsse auftreten. Das Kurzschluss-Problem liesse sich durch OLEDs mit dicken Transportschichten lösen. Dies führt aber im Allgemeinen zu einer höheren Betriebsspannung und verringerter Effizienz der OLED.

25

Eine weitere Problematik bei der Realisierung einer organischen Leuchtdiode oder eines organischen Displays auf einer Leiterplatte ist die Abdichtung der OLED zum Substrat hin. OLED sind gegen die Normalatmosphäre, insbesondere gegen Sauerstoff und Wasser sehr empfindlich. Um eine schnelle Degradation zu verhindern, ist eine sehr gute Abdichtung
30 unabdingbar. Dies ist bei einer Leiterplatte nicht gewährleistet (Permeabilitätsraten für Wasser und Sauerstoff von unter 10^{-4} Gramm pro Tag und Quadratmeter sind erforderlich).

In der Literatur sind schon Verbindungen von organischen Leuchtdioden und Leiterplatten,

auf denen sich die Treiberchips zum Ansteuern der OLEDs befinden, vorgeschlagen worden.

Ein Ansatz ist der von Chingping Wei et al. (US 5703394, 1996; US 5747363, 1997, Motorola Inc.), Juang Dar-Chang et al. (US 6333603, 2000) und E.Y. Park (US 2002/44441, 2001) vorgeschlagene, bei dem das Substrat auf dem die OLEDs hergestellt werden und die

5 Leiterplatte auf dem sich die elektrischen Bauteile zum Ansteuern der OLEDs befinden zwei getrennte Teile sind und diese nachher miteinander verbunden werden.

In der Patentanmeldung von Kusaka Teruo (US 6201346, 1998, NEC Corp.) wird die Verwendung von ‚Heat sinks‘ (also Wärmeableitenden Elementen) auf der Rückseite der

10 Leiterplatte (auf der Vorderseite befinden sich die OLEDs) während der Herstellung der OLEDs vorgeschlagen. Diese Heat Sinks sollen ein Aufheizen der OLED und des Substrates während des Herstellungsprozesses der OLED verhindern.

Aufgabe der hier vorliegenden Erfindung ist es, eine Leiterplatte mit Display- oder

15 Leuchtfunktion auf Basis organischer Leuchtdioden anzugeben, wobei die Lichtemission mit hoher Leistungseffizienz und Langlebigkeit (hohe Stabilität) erfolgen soll.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit den in dem Anspruch 1 genannten Merkmalen gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen sind Gegenstand von abhängigen

20 Unteransprüchen.

Die Kompatibilität der organischen Leuchtdioden wird durch eine geeignete neuartige

Schichtenfolge gemäß Anspruch 1 erreicht. Hierzu wird eine dünne hochdotierte organische Zwischenschicht verwendet, die für eine effiziente Injektion von Ladungsträgern sorgt, wobei

25 im Sinne der Erfindung bevorzugt eine Schicht verwendet wird, die eine Morphologie mit kristallinen Anteilen bildet. Anschließend kann zur Glättung eine organische Zwischenschicht mit hoher Glastemperatur verwendet werden, wobei diese wiederum zu effizienten Injektion und zur Herstellung einer hohen Leitfähigkeit dotiert ist. Im folgenden kann der Schichtaufbau einer konventionellen (Anode auf der Substratseite) oder invertierten (Kathode auf der

30 Substratseite) organischen Leuchtdiode gleichen.

Eine bevorzugte Ausführung für eine invertierte OLED mit dotierten Transportschichten und Blockschichten ist beispielsweise in der deutschen Patentanmeldung DE 101 35 513.0 (2001),

- X. Zhou et al., Appl. Phys. Lett. 81, 922 (2002) gegeben. Vorteilhaft ist ebenfalls die Verwendung einer hochdotierten Schutzschicht bevor die transparente Anode (oder Kathode bei normalem Schicht-Aufbau) auf das Bauelement aufgebracht wird. Unter Dotierung im Sinne der Erfindung verstehen wir die Beimischung von organischen oder anorganischen Molekülen zur Steigerung der Leitfähigkeit der Schicht. Dazu werden für die p-Dotierung eines Löchertransportmaterials Akzeptorartige Moleküle und für die n-Dotierung der Elektronentransportschicht Donatorartige Moleküle verwendet. Dies ist in der Patentanmeldung DE 10 13 551.3 ausführlich dargestellt.
- 10 Zur elektrischen Verbindung der einzelnen OLED-Kontakte auf der einen Seite des Substrates (z.B. Leiterplatte) mit den auf der anderen Seite des Substrates (z.B. Leiterplatte) aufgebrachten Elektronikbausteinen sind Durchkontaktierungen notwendig. Diese sollen in bekannter Technik ausgeführt werden.
- 15 Ein Aufheizen der OLED und des Substrates stellt bei der hier vorgeschlagenen Lösung kein Problem dar, da die dotierten Schichten sehr stabil gegenüber Wärmeentwicklung sind und diese auch sehr gut ableiten können. Heat Sinks wie in US 6201346 beschrieben sind daher nicht notwendig.
- 20 Die Erfindung wird nachfolgend an Hand von Ausführungsbeispielen mit Materialien noch näher erläutert. In den zugehörigen Zeichnung zeigt:
- Bild 1 eine erstes Ausführungsbeispiel eine erfindungsgemäßen lichtemittierenden Anordnung mit einer Schichtfolge einer invertierten dotierten OLED mit Schutzschicht,
- 25
- Bild 2 ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen lichtemittierenden Anordnung mit einer Struktur einer OLED mit einer unten angeordneten Anode auf nichttransparenten Substrat,
- 30
- Bild 3 ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen lichtemittierenden Anordnung wie in Bild 2 ohne eine separate Glättungsschicht und

Bild 4 ein viertes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen lichtemittierenden Anordnung wie in Bild 2 mit einer zusammengefassten Löcher injizierenden und Löcher transportierenden Schicht.

5

Wie in Bild 1 dargestellt, beinhaltet eine vorteilhafte Ausführung einer Struktur einer erfindungsgemäßen Darstellung einer organischen Leuchtdiode (in invertierter Form) auf einer Leiterplatte beinhaltet folgende Schichten, wenn das Leiterplattenmaterial als solches bereits eine genügend geringe Permeabilität gegenüber Sauerstoff und Wasser aufweist, oder
10 durch andere Mittel diese aufweist:

- Leiterplatte 1
- Elektrode 2 aus einem in der Leiterplattenfertigung üblichen Material (Kathode=Minuspol)
- 15 - n-dotierte Elektronen injizierende und transportierende Schicht 3
- n-dotierte Glättungsschicht 4
- n-dotierte Elektronentransportschicht 5
- dünnere elektronenseitige Blockschicht 6 aus einem Material dessen Bandlagen zu den Bandlagen der sie umgebenden Schichten passt
- 20 - löcherseitige Blockschicht 8 (typischerweise dünner als Schicht 7) aus einem Material, dessen Bandlagen zu den Bandlagen der sie umgebenden Schichten passt
- p-dotierte Löcher injizierende und transportierende Schicht 9
- Schutzschicht 10 (typischerweise dünner als Schicht 7), Morphologie mit hohem kristallinem Anteil, hoch p-dotiert
- 25 - Schutzschicht 10 (typischerweise dünner als Schicht 7), Morphologie mit hohem kristallinem Anteil, hoch p-dotiert
- Schutzschicht 10 (typischerweise dünner als Schicht 7), Morphologie mit hohem kristallinem Anteil, hoch p-dotiert
- Elektrode 11, löcherinjizierend (Anode = Pluspol), vorzugsweise transparent
- 30 - Kapselung 12, zum Ausschluss von Umwelteinflüssen

Eine vorteilhafte Ausführung einer Struktur einer erfindungsgemäßen OLED mit der üblichen
5 Schichtfolge (Anode unten auf nichttransparentem Substrat) ist in Bild 2 dargestellt:

- Leiterplatte 21
- Elektrode 22 aus einem in der Leiterplattenfertigung üblichen Material
(Anode=Pluspol)
- 10 - p-dotierte Löcher injizierende und transportierende Schicht 23
- p-dotierte Glättungsschicht 24
- p-dotierte Löchertransportschicht 25
- dünnere löcherseitige Blockschicht 26 aus einem Material dessen Bandlagen zu den
Bandlagen der sie umgebenden Schichten passt
- 15 - lichtemittierende Schicht 27
- elektronenseitige Blockschicht 28 (typischerweise dünner als Schicht 7) aus einem
Material, dessen Bandlagen zu den Bandlagen der sie umgebenden Schichten passt
- n-dotierte Elektronen injizierende und transportierende Schicht 29
- Schutzschicht 30 (typischerweise dünner als Schicht 7), Morphologie mit hohem
20 kristallinem Anteil, hoch n-dotiert
- Elektrode 31, elektroneninjizierend (Kathode=Minuspole), vorzugsweise transparent
- Kapselung 32, zum Ausschluß von Umwelteinflüssen

Es ist auch im Sinne der Erfindung, wenn die jeweilige Glättungsschicht 4 oder 24
25 weggelassen wird oder aus einem zum Material der entsprechenden injizierenden Schicht 3
oder 23 oder der entsprechenden transportierenden Schichten 5 oder 25 und 6 oder 26
identischen oder ähnlichen Material besteht. Eine solche vorteilhafte Ausführung ist in Bild 3
dargestellt:

- 30 - Leiterplatte 21
- Elektrode 22 aus einem in der Leiterplattenfertigung üblichen Material
(Anode=Pluspol)
- p-dotierte Löcher injizierende und transportierende Schicht 23,

- p-dotierte Löchertransportschicht 25
- dünnere löcherseitige Blockschicht 26 aus einem Material dessen Bandlagen zu den Bandlagen der sie umgebenden Schichten passt
- lichtemittierende Schicht 27
- 5 - elektronenseitige Blockschicht 28 (typischerweise dünner als Schicht 27) aus einem Material, dessen Bandlagen zu den Bandlagen der sie umgebenden Schichten passt,
- n-dotierte Elektronen injizierende und transportierende Schicht 29,
- Schutzschicht 30 (typischerweise dünner als Schicht 27), Morphologie mit hohem kristallinem Anteil, hoch n-dotiert
- 10 - Elektrode 31, elektroneninjizierend (Kathode=Minuspole), vorzugsweise transparent,
- Kapselung 32, zum Ausschluß von Umwelteinflüssen.

Ein invertierter Schichtaufbau mit dann zwei Elektronentransportschichten ist analog aufgebaut.

15

Unter Umständen kann die Löcherinjizierende Schicht und die Löchertransportierende Schicht auch zusammengefasst werden. Eine solche vorteilhafte Ausführung ist in Bild 4 dargestellt:

- Leiterplatte 21
- 20 - Elektrode 22 aus einem in der Leiterplattenfertigung üblichen Material (Anode=Pluspol)
- p-dotierte Löcher injizierende und transportierende Schicht 23,
- dünnere löcherseitige Blockschicht 26 aus einem Material dessen Bandlagen zu den Bandlagen der sie umgebenden Schichten passt,
- 25 - lichtemittierende Schicht 27,
- elektronenseitige Blockschicht 28 (typischerweise dünner als Schicht 27) aus einem Material, dessen Bandlagen zu den Bandlagen der sie umgebenden Schichten passt,
- n-dotierte Elektronen injizierende und transportierende Schicht 29,
- Schutzschicht 30 (typischerweise dünner als Schicht 27), Morphologie mit hohem kristallinem Anteil, hoch n-dotiert
- 30 - Elektrode 31, elektroneninjizierend (Kathode=Minuspole), vorzugsweise transparent
- Kapselung 32, zum Ausschluß von Umwelteinflüssen

Ein invertierter Schichtaufbau mit dann nur einer Elektronentransportschicht analog aufgebaut.

Weiterhin ist es auch im Sinne der Erfindung, wenn nur eine Seite (löcher- oder elektronenleitende) dotiert sein. Die molaren Dotierungskonzentrationen liegen typischerweise im Bereich von 1:10 bis 1:10000. Falls die Dotanden wesentlich kleiner sind als die Matrixmoleküle, können in Ausnahmefällen auch mehr Dotanden als Matrixmoleküle in der Schicht sein (bis 5:1). Die Dotanden können organische oder anorganische Moleküle sein.

Nachfolgend sind weitere Ausführungsbeispiele ohne Zeichnungen angegeben.

Als ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel soll hier eine Lösung für einen Aufbau mit invertierter Schichtfolge angegeben werden.

Fünftes Ausführungsbeispiel :

41. Substrat (Leiterplatte)

42. Elektrode: Kupfer (Kathode)

43. 5nm Alq₃ (Aluminium-tris-quinolate), dotiert mit Cäsium 5:1

44. 40nm Bathophenanthrolin (Bphen), dotiert mit Cäsium 5:1

45. 5 nm BPhen, undotiert

47. elektrolumineszierende und elektronenleitende Schicht:

20nm Alq₃,

48. löcherseitige Blockschicht: 5nm Triphenyldiamin (TPD),

49. p-dotierte Schicht: 100nm Starburst 2-TNATA 50:1 dotiert mit F₄-TCNQ,

50. Schutzschicht: 20nm Zink-Phthalocyanin, multikristallin, 50:1 dotiert mit F₄-TCNQ,

alternativ: 20 nm Pentacen, multikristallin, 50:1 dotiert mit F₄-TCNQ,

51. transparente Elektrode (Anode): Indium-Zinn-Oxid (ITO).

Hier wirkt die Schicht 45 als Elektronenleitende und als Blockschicht. Im Beispiel 6 wurden die dotierten Elektronenleitenden Schichten (43,44) mit einem molekularen Dotanden (Cäsium) dotiert. Im folgenden Beispiel wird diese Dotierung mit einem molekularen Dotanden vorgenommen:

Sechstes Ausführungsbeispiel:

41. Substrat (Leiterplatte)

42. Elektrode: Kupfer (Kathode)

5 43. 5nm Alq₃ (Aluminium-tris-quinolate), dotiert mit Pyronin B 50:1

44. 40nm Bathophenanthrolin (Bphen), dotiert mit Pyronin B 50:1

45. 5 nm BPhen, undotiert

47. elektrolumineszierende und elektronenleitende Schicht:

20nm Alq₃,

10 48. löcherseitige Blockschicht: 5nm Triphenyldiamin (TPD),

49. p-dotierte Schicht: 100nm Starburst 2-TNATA 50:1 dotiert mit F₄-TCNQ,

50. Schutzschicht: 20nm Zink-Phthalocyanin, multikristallin, 50:1 dotiert mit F₄-TCNQ,

alternativ: 20 nm Pentacen, multikristallin, 50:1 dotiert mit F₄-TCNQ,

51. transparente Elektrode (Anode): Indium-Zinn-Oxid (ITO).

15

Die gemischten Schichten (43,44,49,50) werden in einem Aufdampfprozeß im Vakuum in Mischverdampfung hergestellt. Prinzipiell können solche Schichten auch durch andere Verfahren hergestellt werden, wie z.B. einem Aufeinanderdampfen der Substanzen mit anschließender möglicherweise temperaturgesteuerter Diffusion der Substanzen ineinander;

20 oder durch anderes Aufbringen (z.B. Aufschleudern oder Drucken) der bereits gemischten Substanzen im oder außerhalb des Vakuums. Unter Umständen muss der Dotand während des Herstellungsprozesses oder in der Schicht durch geeignete physikalische und/oder chemische Massnahmen (z.B. Licht, elektrische, magnetische Felder) noch aktiviert werden. Die Schichten (45), (47), (48) wurden ebenfalls im Vakuum aufgedampft, können aber auch
25 anders hergestellt werden, z.B. durch Aufschleudern innerhalb oder außerhalb des Vakuums.

Es können auch Abdichtschichten Verwendung finden. Ein Beispiel hierzu ist die Abdichtung mittels SiO_x-Schichten (Siliziumoxid), hergestellt durch eine Plasmaglasur (CVD-Verfahren, 'chemical vapour deposition' - Verfahren) von SiO_x- Schichten erreicht werden, die
30 vergleichbare Eigenschaften wie Farblosigkeit und Transparenz zum Glas besitzt. Ebenso können Stickoxid-Schichten (NO_x) Verwendung finden, die ebenso durch ein plasmaunterstütztes Verfahren hergestellt werden.

Bezugszeichenliste

- 1 Leiterplatte,
- 2 Elektrode (Kathode=Minuspole),
- 5 3 n-dotierte Elektronen injizierende und transportierende Schicht,
- 4 n-dotierte Glättungsschicht
- 5 n-dotierte Elektronentransportschicht
- 6 elektronenseitige Blockschicht
- 7 lichtemittierende Schicht,
- 10 8 löcherseitige Blockschicht
- 9 p-dotierte Löcher injizierende und transportierende Schicht,
- 10 Schutzschicht
- 11 Elektrode, löcherinjizierend (Anode=Pluspol)
- 12 Kapselung
- 15 21 Leiterplatte
- 22 Elektrode (Anode=Pluspol),
- 23 p-dotierte Löcher injizierende und transportierende Schicht,
- 24 p-dotierte Glättungsschicht
- 25 p-dotierte Löchertransportschicht
- 20 26 löcherseitige Blockschicht
- 27 lichtemittierende Schicht,
- 28 elektronenseitige Blockschicht
- 29 n-dotierte Elektronen injizierende und transportierende Schicht
- 30 Schutzschicht
- 25 31 Elektrode (Kathode=Minuspole)
- 32 Kapselung

Patentansprüche

1. Lichtemittierende Anordnung bestehend aus einer Leiterplatte und einem
lichtemittierenden Bauelement mit organischen Schichten, insbesondere organische
5 Leuchtdiode, bestehend aus wenigstens einer Ladungsträgertransportschicht für
Elektronen bzw. Löcher aus einem organischen Material (5,9,25,29,45,49) und einer Licht
emittierenden Schicht aus einem organischen Material (7,27,47), **dadurch**
gekennzeichnet, dass das lichtemittierende Bauelement eine dotierte Transportschicht
aufweist, die mit dem Kontaktmaterial der Leiterplatte (2,22,42) verbunden ist, wobei die
10 Dotierung im Falle einer Löchertransportschicht (23) zunächst dem
Leiterplattenkontaktmaterial (22) akzeptorartig und im Falle einer
Elektronentransportschicht (3,43) zunächst dem Leiterplattenkontaktmaterial (2,42)
donatorartig dotiert ist.
- 15 2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der dotierte
Injektions- und Transportschicht (3,23,43) und der Kontaktschicht der Leiterplatte
(2,22,42) eine oder mehrere weitere dotierten Transportschichten (4,5,24,25,44,45)
aufgebracht sind.
- 20 3. Anordnung nach Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der
dotierten Injektions- und Transportschicht (3,23,43) und der substratseitigen
Transportschicht (5,25,45) eine dotierte Glättungsschicht (4,24,44) aus einem Material mit
hoher Glastemperatur aufgebracht ist
- 25 4. Anordnung nach Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass nur eine der
Schichten: substratseitige Injektions- und Transportschicht (3,23,43), Glättungsschicht
(4,24,44) und substratseitige Transportschicht (5,25,45) dotiert ist und diese die dickste
der beteiligten substratseitigen Transportschichten ist.
- 30 5. Anordnung nach Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die molare
Konzentration der Beimischung in den dotierten Injektions- und Transportschichten
(3,23,43), der Glättungsschicht (4,24,44), und den Transportschichten (5,9,25,29,45,49)
im Bereich 1:100.000 bis 5:1 bezogen auf das Verhältnis Dotierungsmoleküle zu

Hauptsubstanzmoleküle liegt.

6. Anordnung nach Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Anode (11) transparent oder semitransparent und mit einer Schutzschicht (12) versehen ist.

5

7. Anordnung nach Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die vom Substrat abgewandte Kontaktschicht (11) metallisch und semitransparent ist.

10

8. Anordnung nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass über der semitransparenten Metallschicht eine weitere transparente Kontaktschicht zur Querleitung aufgebracht ist

15

9. Anordnung nach Ansprüchen 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterplatte ein beliebiges Substrat ist, bei dem die lichtemittierenden Bauelemente mit elektrischen funktionalen Bauelementen kombiniert und elektrisch verbunden werden werden, wobei die elektrischen Bauelemente nicht direkt auf dem Substrat hergestellt werden.

1/2

FIG 1

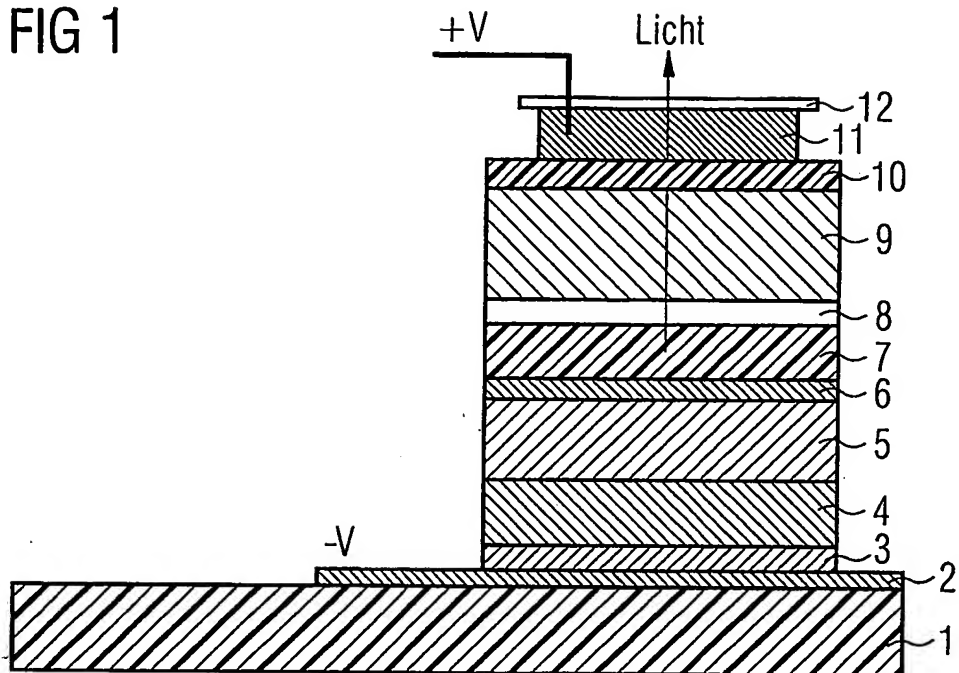
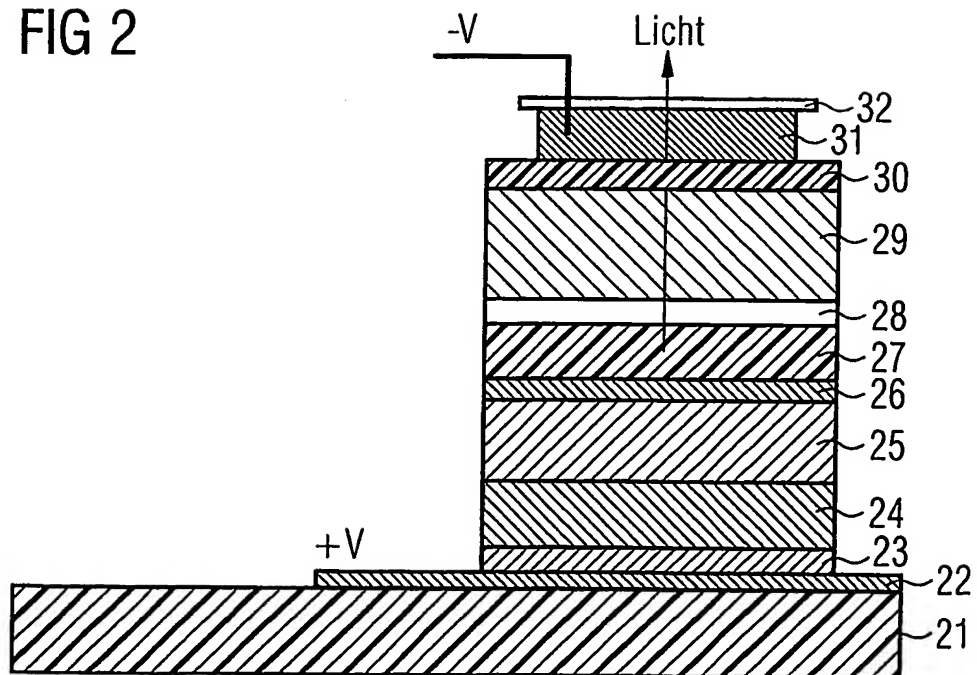


FIG 2



2/2

FIG 3

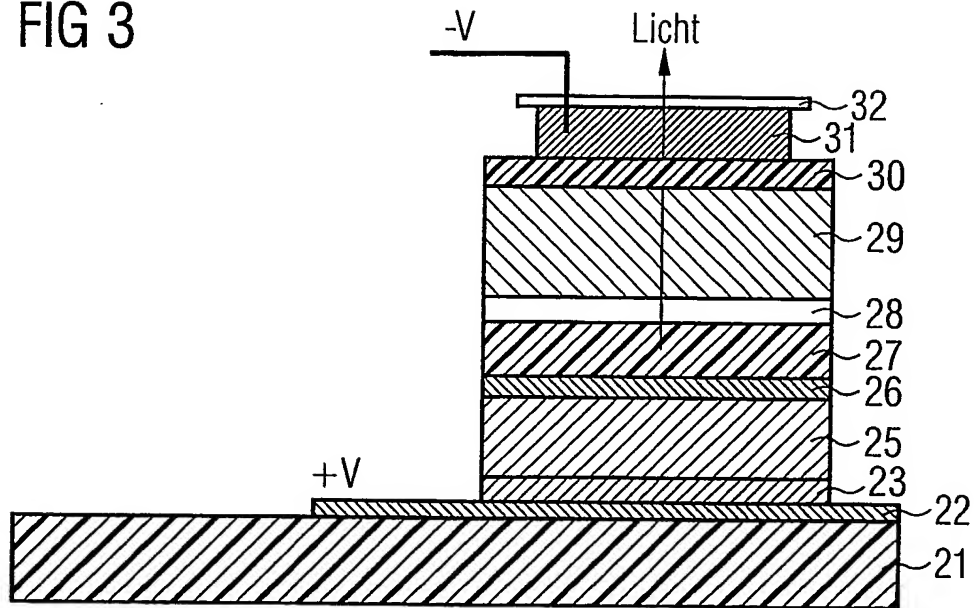


FIG 4

